

人工智能在应对突发公共卫生事件中的作用 机理与实践研究

高 芳, 赵志耘

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 人工智能技术的新发展和新突破, 为提高突发公共卫生事件应急管理水平创造了新机遇。本文梳理了突发公共卫生事件应急管理各环节需要解决的重点问题, 分析了人工智能在传染病药物快速研发和病毒溯源、辅助临床特征识别、完成高危重复性工作、模拟复杂情景与综合决策等领域应用的作用机理和具体案例。综合美国、韩国近年来在相关领域的研发部署来看, 人工智能在应对突发公共卫生事件中的应用总体仍处在起步阶段, 技术仍有待进一步突破, 体制机制和政策环境也有待完善。最后在技术研发、资源协调、数据共享、国际合作等方面得到几点启示。

关键词: 人工智能; 突发公共卫生事件; 新型冠状病毒肺炎疫情; 社会治理

中图分类号: D035 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.03.007

COVID-19 新型冠状病毒肺炎疫情的持续发酵引发人们高度关注突发公共卫生事件带来的负面影响, 如何更好地应对突发公共卫生事件成为各国政府、学术界和社会公众关心的热点问题。当前, 人工智能、大数据、移动通信、云计算等技术的持续演进与突破, 为提升突发公共卫生事件应急管理能力和水平带来了新的机遇。世界卫生组织和主要国家等都在积极探索将量化、自动化和智能化思想扩展到突发公共卫生事件应急管理的全链条, 将智能工具和系统纳入应急管理技术体系。2018 年 5 月, 世界卫生组织总干事谭德塞博士在人工智能造福人类全球峰会上表示, 人工智能在疾病监测和御防疾病暴发等方面发挥着日益重要的作用, 各国应积极探索如何在突发公共卫生事件中真正加速应用人工智能等数字技术。近年来, 美国、韩国等主要国家加强了

对相关领域的研发部署和应用推进。2020 年 2 月 14 日, 习近平总书记主持召开中央全面深化改革委员会第十二次会议时强调, 要鼓励运用大数据、人工智能、云计算等数字技术, 在疫情监测分析、病毒溯源、防控救治、资源调配等方面更好地发挥支撑作用。同时 COVID-19 疫情防控的实践证明, 人工智能及相关技术的效用正加快显现。本文梳理了突发公共卫生事件应急管理各环节需要解决的重点问题, 围绕传染病药物快速研发、病毒溯源、临床特征识别、辅助高危重复性工作、模拟复杂情景与综合决策、人类行为与社会演变分析等领域, 分析了人工智能的作用机理和具体案例, 归纳总结了美国、韩国近年来在相关领域的研发部署和应用进展, 最后总结人工智能在突发公共卫生事件中应用的瓶颈要素, 并得到几点启示。

第一作者简介: 高芳 (1980—), 女, 副研究员, 工学博士, 情报学博士后, 主要研究方向为科技政策与战略、重点科技领域信息分析。

项目来源: 中国科学技术信息研究所重点工作“新一代人工智能发展研究中心建设工作”(ZD2019-19); 国家重点研发计划项目“颠覆性技术感知响应平台研发与应用示范”之课题“地平线扫描系统”(2019YFA0707202)。

收稿日期: 2020-02-29

1 突发公共卫生事件的特征与应急管理重点

1.1 突发公共卫生事件特征分析

突发公共卫生事件一般具有预见性差、波及范围广、破坏性强、未来发展高度不确定等特征^[1,2]。突发即预见性差,事件发生的时间、地点以及表象等具有较强的不可预见性。波及范围广,不仅是指地域空间的传播和影响范围大,还指事件发生时对人类社会的整体影响覆盖面大,即突发公共卫生事件不但直接危及人们的生命安全,其负面影响还广泛波及经济、社会乃至政治等各个领域。破坏性强,即指突发公共卫生事件负面影响程度之深。2015年韩国 MERS 疫情中,其支柱产业旅游业遭到重创,当年6月一个月的旅游收入损失即高达5.67亿美元,7月—8月赴韩旅游外国游客同比减少82.1%,2015年第二季度经济增长率因此下滑至0.3%,创2009年—2015年期间的最低增幅^[3]。2016年寨卡病毒疫情时,世界银行评估认为疫情对拉丁美洲及加勒比地区造成约35亿美元经济损失,相当于该地区GDP总量的0.06%。影响传染病疫情发展的因素很多,既有自然因素又有人为因素,而在新发传染病疫情中通常无法快速确认传染源和传染途径等,从而导致防控措施不到位、不精准或者不及时,这都使得疫情发展呈现出越来越多的不确定性。COVID-19疫情中,病毒传播途径从初期未知到明确有直接传播、接触传播和气溶胶传播三种主要传播方式共经历了21天,同时病毒潜伏期存在个体差异,疫情爆发时正值春节人员密集流动期等,这些因素都进一步增加了对疫情未来发展态势研判的复杂性,增加了防控措施精准有效实施的难度。

1.2 突发公共卫生事件应急管理各环节的重点问题

突发公共事件的应急管理,是以最小化事件危害为目的,在对事件起因、发展过程及后果进行分析的基础上,通过最优决策实现相关资源的整合,从而对事件进行有效预警、控制和处理^[4]。对突发公共卫生事件,特别是对传染病疫情类事件,其应急管理的重点则应该包括传染病爆发早期监测与预警、疫情应对与控制以及事后恢复与重建。

传染病爆发早期监测与预警,是及早采取公共卫生行动、有效防范疫情向更严重方向发展的重

要任务。新发传染病通常缺乏相关背景资料,传统疾病监测和公共卫生监测等较难捕捉到敏感重要信息,因此症状监测越来越成为早期预警的重要手段。症状监测以传染病早期出现的非特异性指标如症状体征、动物媒介、药品和物资的销售状况等为敏感指标,对于及时发现新发传染病相关异常情况意义重大^[5]。Buckeridge^[6]的研究表明,相比传统的公共卫生监测,症状监测更能及时地检测到突发公共卫生事件爆发时的异常现象。综合公共卫生监测、症状监测等多种信息源的症候群监测,实际上已受到美国、英国、德国和中国等国家的高度重视,并初步获得较好的应用效果^[7]。

疫情应对与控制阶段,是需要统筹组织各方力量和资源,对传染病发展全过程、全要素和关键环节进行综合管控的阶段。严格的隔离与检验检疫等是控制人员流动、防止病毒扩散的最基本措施,病原体检测、疫苗与药物研发、临床诊断与救治以及其他医疗救护手段的快速实施对疑似病例、确诊病例患者等的诊断看护与治疗至关重要。在相关物质资源保障方面,需加强疫情防控重点医疗和生活物资的科学统筹调度,确保为疫情最严重、物资最紧缺的地方提供先期供应。在相关人力资源保障方面,除了要加强对事件应急管理与处置中各类人员的统筹安排外,还应着力加强对一线非专业医护人员的演练、培训和教育等。

疫情结束后的恢复与重建,是减轻疫情损失、加强未来防范能力的重要措施。除了要尽快恢复正常生产生活,加强对社会公众心理平复的引导,特别是重大疫情感染区人群心理疏导等工作外,还需做好事后总结评估,分析传染病爆发的根源与诱导因素,评估突发公共卫生事件所带来的经济社会等的综合影响,这对制定科学有效的应急预案、防止同类突发公共安全事件再度爆发和有效控制类似事件破坏影响范围等具有重大意义。

2 人工智能在应对突发公共卫生事件中的作用机理与典型应用

经过60多年的演进,人工智能(Artificial Intelligence, AI)的发展已进入新阶段,特别是在大数据、移动互联网、超级计算、5G等新技术的共同驱动下,人工智能向科技经济社会的各个领域

加速渗透,医疗健康领域普遍被认为是人工智能技术落地应用最快、需求场景最丰富的领域之一,这其中便包括在应对突发公共卫生事件中的若干典型应用。其作用机理主要表现在三个方面。第一,以深度学习为代表的人工智能算法被越来越多的应用于数据密集型知识发现中,这不仅推动了物理学、天文学以及生命科学等基础科学领域的新发现和探索,还推动了部分技术与产品研发周期快速缩短,这种特性特别有助于实现传染病药物和疫苗快速研发与筛选、传染病病毒溯源以及病毒基因测序等。第二,人工智能部分具备人类的感知与认知能力,在特定领域替代人类劳动力,能够将医护和一线管理人员从高危、重复性工作中解放出来。第三,建模和优化一直以来都是人工智能重要的分支领域,在高度复杂性、动态性和不确定性物理系统中的应用已经较为广泛,同时近年来,运用人工智能、数据挖掘等进行人类群体行为模拟、经济与社会问题研究的探索也日渐增多,这使得突发公共卫生事件应急管理中建立直观形象、科学快速的决策支撑系统成为可能。

2.1 人工智能算法用于传染病药物快速研发和药物筛选

对于新发传染病类的突发公共卫生事件来说,快速研发和筛选有效的药物和疫苗,是挽救患者生命、预防新发感染等最迫切的任务。而传统新药研发一般来说具有周期长、成本高等特征,难以满足疫情防控的迫切需求。大数据驱动知识发现的人工智能算法,正成为提高药物研发效率、降低研发成本的有效工具。有研究提出,人工智能能够将新药的平均研发周期缩短一半甚至2/3,同时研发费用则有望减半^[8]。澳大利亚弗林德斯大学基于人工智能技术新研发的流感疫苗,研发时间从5年缩短至2年^[9]。2015年埃博拉疫情中,Atomwise公司应用AI算法用了不到一天的时间,便在已有药物中挖掘出两种候选药物^[10]。2020年2月,《麻省理工科技评论》将人工智能发现分子技术列为2020年全球十大突破技术之一,提出机器学习工具可以用来探索包含已知分子及其特性的大型数据库,利用这些信息可以产生新的可能性,从而以更快的速度、更低的成本发现新的候选药物。在COVID-19疫情中,部分研究专注于在已有药物中筛选获取

有效的治疗药物, Richardson等^[11]借助深度学习和知识图谱,发现经典JAK激酶抑制剂巴瑞替尼(Baricitinib)或可用于治疗新型冠状病毒肺炎。部分研究则致力于挖掘新的化合物, Zhavoronkov^[12]应用强化学习模拟设计出新的分子化合物,并通过成本效益分析验证了强化学习方法的可行性和效率。

2.2 人工智能算法用于传染病病毒溯源

开展传染病病毒溯源研究,不仅是快速分离病毒毒株推进疫苗研发的基础性工作,还有助于找到病毒传播源头,精准并及时发现感染者,明确病毒传播途径、突变规律及其潜在风险,从而有效阻断传播链、阻止病毒进一步蔓延。长远来看,单次新发传染病的病毒溯源,还可为以后类似疫情防控提供重要的科学依据。近期多项研究与实践证明,人工智能算法正在显著加快人类认识病毒的进程。Simon等设计出一种机器学习算法^[13],利用病毒基因组序列预测出一系列RNA病毒可能的自然宿主。美国能源部联合基因组研究所应用机器学习算法,以比传统方法快多倍的速度对病毒进行分类,并发现了近6000种新病毒^[14]。2015年以来,美国卡里生态系统研究所持续开展相关研究,将生态学、生物地理学和公共卫生领域的数据整合起来,运用机器学习挖掘携带病原体的啮齿类动物种类以及可能传染给人类的途径等,在识别具有人与人之间传播潜力的病毒物种方面准确率达到了84%。COVID-19疫情中,北京大学研究团队基于深度学习的病毒宿主预测方法,分析出蝙蝠和水貂可能是COVID-19病毒的两个潜在宿主^[15]。

2.3 医学图像诊断辅助传染病临床特征识别

近年来学术界通过算法开发与适用性分析,陆续在乳腺病变、皮肤癌、肺炎等多种病种的诊断检测中获得突破,使得基于人工智能技术的诊断水平正快速逼近人类专家水平,甚至超过人类专家水平^[16,17],人工智能技术在医学影像学研究中的应用日渐成熟。传染病疫情发生时,人工智能图像识别可以辅助医生做出初步诊断,特别是在疫情重灾区,这将显著降低影像科医生的工作负荷、提高诊断效率,部分解决医疗人员紧缺等实际问题。SARS、MERS以及COVID-19疫情中病毒感染患者都出现严重的急性呼吸系统疾病,均呈现典型的肺部影像

表征, 通过机器学习算法对已确诊影像实例进行学习和理解, 便可形成量化指标, 自动区分传染病肺炎与其他病毒性肺炎。COVID-19 疫情中, 中国华为、依图科技等都陆续推出新冠肺炎智能影像分析工具, 为医生提供量化评价、对比分析以及 4D 建模分析等功能, 辅助医生精准区分患者病程早期、进展期与重症期等。武汉大学人民医院研究人员构建了一个基于深度学习的病毒性肺炎 CT 识别系统^[18], 经过对回顾性和前瞻性患者 CT 图像数据的测试, 验证了其模型的准确性与放射科专家水平相当, 在减少诊断时间方面有很大潜力。除了图像以外, 还有其他类型的临床特征能够用来识别和预测传染病趋势。华中科技大学研究团队^[19]通过基于 XGBoost 机器学习算法的预后预测模型, 不仅识别出乳酸脱氢酶、淋巴细胞和超敏 C 反应蛋白等三个主要临床特征, 还能够预测死亡风险, 提供了从重症病例中识别关键病例的临床路径。

2.4 智能硬件与智能机器人辅助完成危险性和重复性工作

实际应急管理, 为防止疫情扩散, 特别是在确认人人接触为主要传播途径之后, 就需要防范更大范围的人人接触感染、避免大范围聚集性传播, 医院、学校、社区、公共交通等各类人员密集场所的医护、监测以及管理人员等都应成为重点保护对象。在 COVID-19 疫情中, 智能测温、智能服务机器人等已经替代人类完成一些高危辅助性工作, 这不仅可以最大限度地减少人人近距离接触, 还能在人流密集的场景下大幅度提升工作效率, 有助于破解医护与管理人员紧缺的难题。基于红外远距离人体测温、人脸识别等构建智能疫情监控测量管理信息系统, 可在高密度人员流动场景下快速筛查体温异常者并根据人脸信息迅速明确异常者身份, 与公共部门其他信息系统相关联后, 还可实时跟进记录异常者状态, 并有助于快速挖掘分析得到可能的密切接触者。美国首例 COVID-19 确诊病人采用智能机器人实施治疗, 将病人独自隔离在病原体隔离区内, 医生负责在隔离窗外操作机器人。中国部分医院用机器人替代医护人员完成消毒、导诊、送药等工作, 部分隔离服务机构使用机器人完成三餐配送。

2.5 复杂系统建模助力传染病疫情监测预警

如前文所述, 传染病疫情预警越来越依赖于

复杂多元化的数据, 而自然语言理解、认知计算、复杂场景主动感知、多媒体自主学习等技术的进步与综合应用, 可以将传染病监测中传统的监测数据、电子健康记录、互联网搜索和社交媒体的多类型信息等进行系统集成分析, 从而大大提高单个数据源的预测准确性。国际医学信息学协会发布的最新版(2019年)医学信息学统计年鉴显示, 人工智能用于公共卫生监测是近年来医学信息学领域的重要研究热点^[20]。2018 年全球开展相关研究的学术论文产出共计 805 篇(来自 Web of Science 数据库和美国国家生物技术信息中心的医学期刊数据库 PubMed), 涉及对流感、食源性疾病、新发动物传染病等各类传染病的监测, 除了传统的医学信息数据库、电子病历之外, 网络和社交媒体也开始成为公共卫生监测的重要信息源^[21]。

COVID-19 疫情中, 加拿大人工智能企业 BlueDot 在 2019 年 12 月 31 日曾发出武汉肺炎疫情警报^[22], 早于世界卫生组织和美国疾病控制与预防中心, BlueDot 公司通过机器学习和自然语言处理算法, 每天跟踪 65 种不同语言的 10 万篇网络文档, 结合大量旅行者的行程与飞行路线, 以及区域气候和牲畜种类等信息进行综合分析, 并结合传染病医学专家意见给出了精准预判。美国 Metabiota 公司基于自然语言处理和机器学习等技术, 预测泰国、韩国、日本等国出现 COVID-19 病毒感染病例的时间比官方报告早 7 天。2019 年, 东京大学科学家团队建立人工智能系统分析流感疫情, 能在疫情爆发的前四周预测感染规模。2017 年, 马来西亚 AIME 公司应用人工智能技术开发的系统提前 3 个月预测疫情爆发, 准确率达 88%。2015 年, 微软公司推出 Premonition 项目, 利用人工智能、无人机等技术检测危险病原体, 防止寨卡病毒等演变成公共卫生紧急事件。

2.6 复杂系统情景模拟为防控决策提供支撑

在疫情应对与控制阶段, 公共部门实施有效决策, 高度依赖于感染人数、区域分布、人员流动以及物资调度等各类实时信息, 经典传染病动力学 SEIR 等模型虽然可以预测基本可再生系数 R_0 , 但通常无法直接引入“人员隔离”“病毒演化”这样的决策变量和随机变量。而多源信息采集、跨模态数据分析、计算机模拟与经典数理模型等的综合应

用,可以将病例数量、人口分布与流动、病毒演化、防控物资调度等多种相关要素集成,形成统一的疫情场景,并且是一个与物理世界实时同步、高度平行的虚拟场景。物理世界中任何一个变量发生变化都能够快速反映到虚拟场景中,还可直接在场景中调整输入和变换参数,推演出各种要素条件变化下疫情发展的可能情境。病例新增规律和数量,以及易感人群的识别等都能够推演出来,为医学隔离、封闭管理等提供基于数据的决策支撑,借助机器学习,特别是强化学习技术对社区、城市甚至国家层面的隔离和流动限制策略进行效果评估及优化,有望从系统层面减缓或阻断流行病的传播。多智能体优化、群体优化、进化算法等优化方法的运用,可以挖掘得到各种物资与人力资源的最优化配置,从而为应急管理人员提供从响应、规划、准备、调度、执行到行动回顾等的全过程决策支撑。

2.7 人工智能用于人类行为和社会演变分析

对传染病流行期社会公众行为、疫情信息公开和分享以及产业经济现象等开展研究,对于制定实施长期公共卫生政策、完善整个社会经济系统的防控体系和应对措施、以降低新一轮疫情可能带来的经济社会影响具有重要意义。近年来,在经济社会领域大数据资源日渐丰富的背景下,学术界围绕利用计算机仿真、数据挖掘、人工智能等计算科学手段对经济、政治、文化和社会生活等领域复杂现象进行模拟分析的探讨日渐兴起^[23,24],与突发公共卫生事件相关的研究也越来越多。Bryan等^[24]通过挖掘疾病传播期内的人类行为模式,提出对特定人群的宣传引导策略,模拟结果显示该策略可显著降低印度结核病和美国淋病的病例数量。Li等^[26]基于马尔科夫模型和基于场景的仿真优化,提出有限预算条件下慢性丙型肝炎的最佳预防策略。2015年美国加利福尼亚州迪士尼乐园爆发麻疹疫情,随后Pananos等^[27]通过机器学习算法,构建了疫苗接种与流行病动态之间的关系。

在网络和自媒体信息高度发达的当前,假新闻和谣言等不仅会加剧原生事件的应急管理难度,还会引发新的社会安全事件。2003年SARS事件的舆情传播不但造成了严重的群众恐慌,加大了应急管控难度,还诱发了口罩和板蓝根等的抢购热潮。2019年新型冠状病毒肺炎疫情中再次诱发了

口罩、双黄连口服液等的抢购,而且由于当前的信息传播范围之广和速度之快已经远远超过了SARS疫情发生的年代,因此网络空间充斥的各种“阴谋论”等负面信息更是对公众心理造成了极大的压力和恐慌,这为应急管理和善后提出了巨大的挑战。Soroush等^[28]通过自然语言处理等方法对2006年—2017年12年间12.6万条推特新闻的传播情况分析后发现,假新闻比真新闻的传播层级和人数都更多,而传播最快的假新闻类型则是政治新闻。韩国爆发中东呼吸综合征疫情后,Choi等^[29]模拟得出疫情爆发期媒体信息对公众情绪具有负面引导作用,而公众的过度反应导致了经济社会活动的大幅度减少。实际上,人工智能的效用应不仅仅在于对突发公共卫生公共事件中舆情治理和舆论引导的事后解析,其更大的价值还应在于通过对文本、图片、视频、语音等多媒体信息内容的理解和情感分析等,实时监测识别虚假信息并自动阻断其传播。

3 主要国家推进公共卫生和灾难防控领域的人工智能研发举措

近年来,人工智能成为主要国家的研发重点,以美国、韩国等为代表的国家高度重视人工智能在公共卫生以及灾难防控领域的研发部署,希望通过人工智能等新兴技术手段提升公共服务水平和应急治理能力。

3.1 美国重点部署四大类项目

美国高度重视人工智能在公共卫生领域的应用,并特别强调要通过发展人工智能推动解决公共卫生问题,确保国家安全。近年来,美国在相关领域部署的研发项目主要可分为四大类:一是疾病诊断与临床决策辅助类研究,比如医学图像识别。二是药物研发类研究,利用全基因组测序数据预测抗菌素的耐药性,通过人工智能试验模拟和剂量优化加速药物研发,利用人工智能对管制医药产品进行筛查等。三是异常预警与灾难反应类研究,基于图像、视频、音频和文本等异构大规模数据内容理解,开展实时和准实时异常监测和预警;利用人工智能实时融合与情境相关的信息,为决策者和急救人员提供决策支撑,以缩短响应时间,提高应急人员能力和效率;人工智能用于高风险决策自动化的政策研究等。四是基于大型卫生数据集开展特定问题分

析研究, 数据主要来源于电子健康记录或公共健康数据集、生物医学图像、组学信息库, 以及其他生物医学和社会/行为数据集等。

3.2 韩国将人工智能视为灾难科技发展的重中之重

韩国历来重视灾难科技的发展, 特别是在2015年MERS疫情爆发后, 政府更加意识到利用科技应对公共灾难的重要性, 并在当年5月29日(官方公开首个患病案例时间是5月25日)快速审议通过《灾难应对科技开发十年路线图》, 人工智能等相关技术成为研发部署的重点。这些技术主要有: 一是公共灾难预警技术, 研发可用于灾难实时监测的物联网传感器、超高清图像和视频监控人工智能算法、社交媒体特定关键词感知技术和网络信息深度分析技术。二是提高灾难现场应对能力, 研发搭载3D空间信息传感器的灾难用无人机, 搭载灾难现场信息实时处理设备的特种车辆; 研发救灾型机器人, 提高救灾人员效率并提升安全性的智能装备等。三是构建灾难综合信息管理平台, 对监控影像、报警中心、社交网络等的多源数据进行收集管理, 升级优化数据分析软件, 研发灾难预报系统; 研发灾难预防和灾后恢复决策支持系统, 推动政府各部门能够在灾难发生第一时间作出反应, 实现资源最优化配置等。得益于上述研发储备, 韩国在COVID-19疫情中实施的与之相关的应对举措主要有, 从确认首例确诊病例到政府发布应对举措仅用了不到1个小时的时间; 随疫情变化将预警级别及时从“关注”上调至“注意”状态; 通过综合信息系统和终端软件, 对确诊患者、疑似患者、入境人员、普通人员以及疫情重灾区人员等各类人员加强健康信息管理与数据分析, 利用手机终端实现及时有效的人群管理, 提高疫情防控的精准性; 从1月28日起每天举行疫情通报会, 及时解答民众疑问等。

4 结论与启示

人工智能在突发公共卫生事件应急管理中的应用覆盖面广, 基本涵盖预警、监测、应对、防控等多个环节。特别是新一代人工智能技术表现出来的新特征和新趋势, 包括深度学习用于大数据快速处理与深度挖掘、人机协同辅助人类完成高危重复性工作、复杂系统建模与情景模拟为防控决策提供

支撑等, 能够满足突发公共卫生事件应急处理中所需的快速性、及时性以及综合协调等多项要求。然而从已有的实践案例以及主要国家的研发部署来看, 人工智能在应对突发公共卫生事件中各类应用的成熟度存在明显差异, 医学图像诊断、智能机器人、人工智能监测预警等已经能够在疫情防控一线提供服务, 药物快速研发和病毒溯源尚未形成规模化应用态势, 基于人工智能的重大传染病疫情实时监测与综合决策模型仍处在初步探索中。

总体来看, 要充分发挥人工智能在应对突发公共卫生事件中的作用, 仍有技术和应用问题亟待破解。首先, 人工智能技术自身还有待进一步发展。比如, 尽管人工智能算法能够快速实现药物筛选, 但目前主流深度学习算法尚不能直接建立药物与治疗效果等的因果关系, 数据驱动机器学习算法的有效性, 高度依赖于可学习的数据规模和数据质量, 而新发传染病早期阶段实际病例数量少, 人类专家对症状、病因等的认知信息少, 可能更加无法保障有效的数据规模和质量, 从而使得人工智能系统的临床诊断效果大打折扣。其次, 人工智能与大数据、区块链、5G等技术深度融合的创新型应用潜力有待挖掘。区块链有助于实现公共卫生数据的安全有序共享、实现各类疫情信息的可追溯性, 从根本上避免数据造假和虚假信息, 5G则是实现大规模高密度数据采集, 实施远程会诊、监护以及手术等的重要网络基础, 这些新兴技术如能有效集成应用, 将形成充分的优势互补效应。最后, 人工智能技术应用的基础条件有待进一步完善。这不仅在于数字化、智能化硬件基础设施的建设和全覆盖, 更重要的则在于公共部门应急管理理念的转变, 是否能够充分认识到人工智能等新兴科技在应急管理中的作用, 从而树立对新兴技术友好的应急管理行动理念, 建立健全人工智能用于社会治理的配套机制等。

人工智能技术的发展为社会治理带来了新的机遇, 特别是在突发公共卫生事件应急处理中, 人工智能的应用场景正日渐丰富。从国际发展趋势来看, 我国人工智能发展及其在突发公共卫生事件中的应用与其他主要国家基本同步, 但是面向日益紧迫的公共卫生安全风险防范的现实需求, 还需要进一步推动人工智能技术的发展, 突破原有的治理“禁锢”, 扫除技术应用的体制机制障碍。

(1) 在人工智能技术研发上, 应持续推动人工智能前沿基础理论的探索, 探讨更多的人工智能算法实现路径, 破解可解释性、低可靠性以及对数据高度依赖等难题。强化公共卫生安全风险预警和智能决策技术研发, 围绕新发突发传染病预警、疫情传播模拟等特定场景, 研发多源异构跨模态信息感知和智能分析技术, 模拟人口流动控制、防控物资调度等重要决策要素的作用, 及时将可靠性高的关键技术纳入国家传染病预测预警系统。加强国内外 COVID-19 疫情多领域信息全程跟踪, 开展传染病疫情经济社会影响和群体行为综合研究。

(2) 在资源建设与统筹上, 完善人工智能和公共卫生领域资源统筹协调与开放机制。持续完善公共健康数据集、组学信息库, 重大疫情综合信息数据库, 以及相关社会行为数据集等。面向公共安全领域重大需求, 特别是在突发公共卫生事件发生时, 统筹各类、各层级研发基地和平台, 加强高质量数据集、高性能计算等资源的应急开放, 为人工智能用于药物研发、病毒溯源以及临床特征识别等场景提供权威可靠的数据资源支撑。

(3) 在应急管理理念与体制机制上, 充分把握人工智能时代政府治理模式创新的新机遇, 切实将人工智能、大数据等相关技术纳入政府治理和公共服务领域。一是面向突发公共卫生事件应急处置的特定需求, 完善多源数据互联共享机制, 打破部门间、领域间条块分割, 促进个人身份、生物特征、病情病理、交通物流等各类信息的互联互通与开放。二是深化政府与企业合作, 充分借助科技企业的技术和资源优势, 通过政府购买服务、公私合作等方式, 快速推动人工智能应用在应急管理中提供相关服务。COVID-19 疫情中阿里巴巴、百度、腾讯、旷视等科技公司纷纷提出专项技术解决方案, 面向公众开放数据和计算资源, 为政府应急管理的智能化转型提供了现实支撑。北京、上海、深圳、济南等国家新一代人工智能创新发展试验区, 通过政企合作推动若干疫情防治人工智能专用服务上线, 为推动人工智能技术进入政府治理实践进行了有效的探索。未来应在充分总结政企合作成功模式的基础上, 加快在全国范围的推广。三是建立包容审慎的人工智能应用监管评估机制。人工智能应用于突发公共

卫生事件应急管理, 也会带来侵犯个人隐私、威胁政务数据安全等方面的风险挑战, 因此应充分加强对相关技术上线应用的安全风险评估, 找到加快应用、适度开放和有效监管之前的平衡点。

(4) 在应急管理国际合作上, 应加强传染病防控国际科技合作与信息交流。公共卫生突发紧急事件是全球面临的共同挑战, 需要国际社会通力合作。因此应坚持开放科学理念, 充分加强与全球流行病学、数据科学、人工智能等研究领域的合作互动, 通过国际科技合作专项等开展广泛的国际研发合作。在确保信息安全的前提下, 推动 COVID-19 疫情数据的充分开放, 为国际研究提供数据支撑。及时总结公布我国防控经验和做法, 为全球应对类似公共安全事件输出中国方案。■

参考文献:

- [1] 安璐, 杜延尧, 李纲, 等. 突发公共卫生事件利益相关者在社交媒体中的关注点及演化模式[J]. 情报学报, 2018, 37(4): 394-405.
- [2] 霍雅琴. 政府对公共卫生的危机管理[J]. 西安电子科技大学学报: 社会科学版, 2006(3): 29-35.
- [3] 詹小洪. MERS 疫情重创韩国经济[J]. 南风窗, 2015(7): 76-77.
- [4] 计雷, 池宏, 陈安等. 突发事件应急管理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 13-22
- [5] Lombardo J, Burkom H, Elbert E, et al. A systems overview of the electronic surveillance system for the early notification of community-based epidemics (ESSENCE II)[J]. Journal of Urban Health, 2003, 80(2 Suppl 1): 32-42.
- [6] Buckeridge D L. Outbreak detection through automated surveillance: A review of the determinants of detection[J]. Journal of Biomedical Informatics, 2007, 40(4): 370-379.
- [7] 林玫, 王鑫, 梁大斌. 症状监测在新发传染病和暴发疫情预警中应用的进展[J]. 中华预防医学杂志, 2015(7): 659-664.
- [8] 新华社. 日本拟开发人工智能参与药品生产[N/OL]. (2017-06-20) [2020-02-26]. http://www.xinhuanet.com/2017-06/20/c_1121176799.htm.
- [9] Starts at 60 Writers. New flu vaccine made using artificial intelligence to be 'most effective' yet[N/OL]. (2019-07-02)[2020-02-20]. <https://startsat60.com/health/computer->

- created-flu-vaccine-more-effective-flinders-university-doctor-nikolai-petrovsky.
- [10] Atomwise. Atomwise finds first evidence towards new Ebola treatments[N/OL]. (2015-03-24)[2020-02-20]. <http://www.atomwise.com/2015/03/24/atomwise-finds-first-evidence-towards-new-ebola-treatments/>.
- [11] Richardson P, Griffin I, Tucker C, et al. Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease[J]. *The Lancet*, 2020, 395(10 223): e30–e31.
- [12] Zhavoronkov A, Aladinskiy V, Zhebrak A, et al. Potential COVID-2019 3C-like protease inhibitors designed using generative deep learning approaches[EB/OL]. (2020-02-11)[2020-02-15]. https://chemrxiv.org/articles/Potential_2019-nCoV_3C-like_Protease_Inhibitors_Designed_Using_Generative_Deep_Learning_Approaches/11829102/1.
- [13] Babayan S A, Orton R J, Streicker D G. Predicting reservoir hosts and arthropod vectors from evolutionary signatures in RNA virus genomes[J]. *Science*, 2018, 362(6 414): 577-580.
- [14] Amy Maxmen. Machine learning spots treasure trove of elusive viruses[N/OL]. (2018-03-19)[2020-02-20]. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-03358-3>.
- [15] Guo Q, Li M, Wang C, et al. Host and infectivity prediction of Wuhan 2019 novel coronavirus using deep learning algorithm[EB/OL]. (2020-01-21)[2020-02-20]. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.21.914044v3.full.pdf>.
- [16] Kooi T, Litjens G, Ginneken B, et al. Large scale deep learning for computer aided detection of mammographic lesions[J]. *Medical Image Analysis*, 2017, 35: 303-312.
- [17] Rajpurkar P, Irvin J, Zhu K, et al. CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning[EB/OL]. (2017-11-25)[2020-02-20]. <https://arxiv.org/pdf/1711.05225.pdf>.
- [18] Chen J, Wu L, Zhang J, et al. Deep learning-based model for detecting 2019 novel coronavirus pneumonia on high-resolution computed tomography: a prospective study in 27 patients[EB/OL]. (2020-02-26)[2020-02-27]. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.25.20021568v1>.
- [19] Li Yan, Hai-Tao Zhang, Yang Xiao, et al.. Prediction of criticality in patients with severe Covid-19 infection using three clinical features: a machine learning-based prognostic model with clinical data in Wuhan[EB/OL]. (2020-02-27)[2020-02-27]. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.27.20028027v2>.
- [20] Thiébaud R, Cossin S. Artificial Intelligence for Surveillance in Public Health[J]. *Yearbook of Medical Informatics*, 2019, 28(1): 232-234.
- [21] Wakamiya S, Kawai Y, Aramaki E. Twitter-based influenza detection after flu peak via tweets with indirect information: Text mining study[J]. *JMIRPublic Health Surveill*, 2018, 4(3): e65.
- [22] Niiler E. An AI Epidemiologist Sent the First Warnings of the Wuhan Virus[N/OL]. (2020-01-25)[2020-02-20]. <https://www.wired.com/story/ai-epidemiologist-wuhan-public-health-warnings/amp>.
- [23] Lazer D, Pentland A, Adamic L, et al. Computational Social Science[J]. *Science*, 2009, 323(5 915): 721-723.
- [24] Cioffi-Revilla C. Introduction to Computational Social Science:Principles and Applications[M]. London: Springer Publishing Company, 2014: 6-18.
- [25] Wilder B, Suen S, Tambe M. Preventing Infectious Disease in Dynamic Populations Under Uncertainty[C]. *The Association for the Advancement of Artificial Intelligence. The Thirty-second AAAI Conference on Artificial Intelligence. Palo Alto, California USA: AAAI Press, 2018: 841-848.*
- [26] Li Y, Huang H, Zabinsky Z B, et al. Optimizing implementation of Hepatitis C Birth-Cohort screening and treatment strategies: Model-based projections[J]. *MDM Policy& Practice*, 2017, 2(1): 1-10.
- [27] Pananos A D, Bury T M, Wang C, et al. Critical dynamics in population vaccinating behavior[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017, 114(52): 13 762-13 767.
- [28] Vosoughi S, Roy D, Aral S. The spread of true and false news online[J]. *Science*, 2018, 359(6 380): 1 146-1 151.
- [29] Choi S, Lee J, Kang M G, et al. Large-scale machine learning of media outlets for understanding public reactions to nation-wide viral infection outbreaks[J]. *Methods*, 2017(8): 50-59.

Mechanism and Practice of Artificial Intelligence in Response to Public Health Emergencies

GAO Fang, ZHAO Zhi-yun

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: New development and breakthrough of artificial intelligence have created new opportunities for improving the level of public health emergency management. This paper sorts out the key issues that need to be addressed in all aspects of public health emergency management, analyzes the working mechanism of AI in response to public health emergencies, displays the AI application in the rapid development of infectious disease drugs and virus tracing, clinical features identification, high-risk repetitive tasks, complex scenarios simulation and comprehensive decision-making. The research and development deployment of the United States and South Korea in related fields are also presented. As a whole, the AI application in responding to public health emergencies is still in its infancy, technology still needs to be further broken, and the system mechanism and policy environment need to be improved. Finally, the paper puts forward relevant policy suggestions from the aspects of technology research and development, resource coordination, data sharing, and international cooperation.

Key words: artificial intelligence; public health emergencies; COVID-19; social governance

(上接第15页)

Research on Cultivation of Disruptive Technology from the Perspective of Israel Innovation System

DU Li-ya, ZHANG Zhi-juan, LU Fei-peng, CHEN Xue-ying

(Institute of Science and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: The research and development of disruptive technologies has been planned and laid out by various countries at the national strategic level. Israel, as a “small country”, has world-leading disruptive technologies in agriculture, medical care, information, communications and other fields. Its disruptive technology cultivation mechanism has reference significance for China. This paper takes Israel’s innovation system as the breakthrough point, analyzes it from the cooperation of the government, academia, military and business, and studies the cultivation process of Israel’s disruptive technological innovation from five dimensions of personnel cultivation, enterprise cultivation, technology cultivation, achievement transformation and platform carrier that run through the innovation system. A perfect training system for scientific and technological talents and an enterprise training system that has sprouted to maturity have helped Israel to successfully develop disruptive technologies in many fields and grasp the frontier direction of science and technology. Learning from its experience, China can focus on the cultivation of innovative talents, the cultivation of high-tech enterprises, the improvement of the transformation system of scientific and technological achievements, and the construction of a road map for disruptive technology cultivation.

Key words: Israel; innovation system; disruptive technology; cultivation